

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 25331

⑤4

Procédé de soudage à l'arc.

⑤1

Classification internationale (Int. Cl. 3). B 23 K 9/24.

⑫2

Date de dépôt..... 11 octobre 1979.

③3 ③2 ③1

Priorité revendiquée :

④1

Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 16 du 17-4-1981.

⑦1

Déposant : VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY PROEKTNO-KONSTRUKTORSKY I
TEKHNOLOGICHESKY INSTITUT ELEKTROSVAROCHNOGO OBORUDOVANIA, résidant
en URSS.

⑦2

Invention de : Alfred Vasilievich Ivannikov, Vyacheslav Nikolaevich Matveev, Nikolai Andree-
vich Eroshkin.

⑦3

Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4

Mandataire : Cabinet Z. Weinstein,
20, av. de Friedland, 75008 Paris.

La présente invention concerne le domaine du soudage à l'arc et a notamment pour objet un procédé de soudage à l'arc par fusion d'électrode.

5 L'invention est applicable, par exemple, au soudage sous flux, en atmosphère de gaz de protection et de mélanges de ceux-ci, ainsi que dans le cas où l'on travaille sans utiliser des flux en poudre et des gaz de protection.

10 L'invention trouve notamment une application rationnelle dans les branches de l'industrie utilisant le soudage à vitesses élevées, par exemple dans les constructions mécaniques, navales, d'automobiles et surtout dans le secteur de la production de tubes.

15 Il est évident que pour obtenir un assemblage soudé de haute qualité, il faut réaliser un cordon sain, c'est-à-dire un cordon sans défauts tels que : manque de fusion, débordements, caniveaux.

20 Dans les procédés classiques de soudage à un seul fil-électrode à vitesses d'avancement bien supérieures (de 2 à 200 fois) aux vitesses d'exécution du soudage, les défauts précités se manifestent quand les vitesses de soudage dépassent 70 mètres par heure. Dans ce cas, le métal de base ne réussit pas à se réchauffer suffisamment devant l'arc de soudage, ce qui facilite la formation d'une soudure défectueuse, avec caniveaux et manque de fusion. De plus, ces procédés n'assurent pas des dimensions stables du cordon de soudure quant à sa largeur et sa hauteur.

30 Néanmoins, la technologie actuelle a besoin de procédés de soudage à des vitesses dépassant sensiblement 70 mètres par heure (allant jusqu'à 150 mètres/heure et davantage). En règle générale, pour supprimer les défauts cités ci-dessus, on se sert de procédés de soudage à arcs multiples qui nécessitent l'emploi d'appareillages complexes, encombrants et peu commodes en service.

35 On connaît un procédé de soudage à un seul fil-électrode, suivant lequel la pièce à souder se fixe de façon à former un angle d'inclinaison avec la direction du soudage, de sorte que le métal liquide du bain de fusion

s'écoule par gravité dans le sens de déroulement du soudage.

Dans ce procédé, on fixe l'électrode avec une inclinaison en arrière par rapport au sens du soudage, sous un angle de 10° à 15° . Un tel procédé de soudage
5 améliore l'échauffement du métal de base devant l'arc et permet donc de réaliser à grande vitesse de soudage (allant jusqu'à 300 mètres/heure) un cordon présentant des propriétés de résistance satisfaisantes.

Cependant, le procédé décrit ne peut pas être appliqué
10 à des pièces à souder qui sont difficiles à orienter de façon à former l'angle nécessaire, soit en raison de leur structure ou de leurs côtes d'encombrement, soit du fait des conditions de production. De plus, bien que le cordon ait des propriétés de résistance satisfaisantes,
15 ce procédé ne supprime pas complètement les défauts de soudage cités ci-dessus, tels que : caniveaux, débordements, manque de fusion, ni l'instabilité des dimensions du cordon en largeur et en hauteur.

On connaît encore un procédé de soudage à l'arc sous
20 flux avec avancement automatique d'une électrode consommable à section ronde, dans lequel on réussit à éliminer les inconvénients précités (voir le brevet RFA n° 1 814 325), l'extrémité de ladite électrode étant submergée dans le bain de fusion. On travaille à l'aide
25 d'un fil-électrode et en utilisant un flux et un courant de soudage élevé (de 1000 à 4000 A). Le diamètre du fil-électrode est choisi en fonction du courant de soudage : pour un courant de soudage de 1500 à 2500 A la valeur du diamètre se situe entre 6 et 8 mm, et pour un courant
30 de soudage supérieur à 2500 A, elle est d'au moins 7 mm.

Ce procédé permet d'obtenir avec un seul fil-électrode des cordons de haute qualité à de grandes vitesses de soudage (allant jusqu'à 300 mètres/heure).

Toutefois, ce procédé peut être appliqué seulement au
35 soudage sous flux avec des courants de soudage très élevés, ce qui ne permet pas de réaliser des cordons de soudure de petites dimensions, du fait que la valeur inférieure du diamètre de l'électrode et, par conséquent, la largeur

minimale du cordon (qui ne peut pas être inférieur à 7 mm) sont limitées.

5 La présente invention vise donc un procédé de soudage permettant, grâce à un choix approprié des relations entre les dimensions de l'électrode consommable en section transversale et la largeur requise du cordon, entre la vitesse d'avancement de l'électrode consommable et la vitesse de soudage, ainsi qu'entre la longueur de l'arc et les dimensions en section transversale de l'électrode
10 consommable, d'obtenir des cordons de n'importe quelles dimensions prescrites à des vitesses élevées de soudage et avec un seul fil-électrode, ces cordons étant sensiblement sains, et de réaliser le soudage sous flux, dans une atmosphère de gaz de protection et de mélanges de ceux-ci
15 au moyen d'électrodes à section transversale tant ronde qu'autre que ronde, ainsi que sans utiliser des flux en poudre et des gaz de protection.

L'objectif proposé est atteint du fait que, dans le procédé de soudage à l'arc par fusion d'une électrode
20 dont l'extrémité est submergée dans le bain de fusion, suivant l'invention la dimension maximale de la section transversale de l'électrode, du côté de son extrémité à submerger dans le bain de fusion, ne dépasse pas le double de la dimension minimale de cette section, lesdites
25 dimensions étant choisies suivant la largeur requise du cordon et de sorte que la dimension minimale de cette section soit, pour une même largeur requise du cordon, inférieure à cette largeur mais non inférieure à la moitié de cette largeur, la longueur de l'arc étant réglée de
30 façon qu'elle soit inférieure à ladite dimension minimale de la section transversale, et l'électrode consommable étant avancée à une vitesse inférieure à celle de soudage et de sorte que le rapport de la vitesse d'avancement de l'électrode consommable à celle de soudage soit, pour
35 une même largeur requise du cordon, d'autant plus petit que l'aire de section transversale de ladite extrémité de l'électrode consommable est plus grande.

Grâce aux relations citées ci-dessus entre les dimensions

déterminant la section transversale de l'électrode et la largeur du cordon, entre la vitesse d'avancement de l'électrode et la vitesse de soudage et entre la longueur de l'arc et les dimensions de la section transversale de l'électrode consommable, l'extrémité de l'électrode consommable submergée dans le bain de fusion fond par étincelage avec formation d'un chanfrein orienté dans le sens de déroulement du soudage, ce qui assure un réchauffement préalable suffisant du métal de base devant le bain de fusion, même si le soudage s'effectue à vitesse élevée.

En outre, grâce aux relations indiquées entre la vitesse d'avancement de l'électrode et la vitesse de soudage, on réussit à diminuer les perturbations du bain de métal liquide provoquées par l'arc de soudage.

Concentration élevée de l'apport de chaleur de l'arc dans le bain de fusion, réchauffement préalable du métal de base devant le bain de fusion, faible perturbation de ce dernier par l'arc de soudage, tout cela permet d'obtenir un cordon de haute qualité par soudage à grande vitesse avec un seul fil à souder. Du fait que la dimension minimale de la section transversale de l'électrode à son extrémité destinée à être submergée dans le bain de fusion est égale à au moins la moitié de la largeur requise du cordon, on peut toujours choisir une électrode ayant la dimension minimale nécessaire et, par conséquent, obtenir un cordon de n'importe quelles dimensions prescrites.

De ce qui précède, il ressort que les avantages principaux du procédé de soudage proposé ne dépendent pas du caractère de la protection du cordon à former, ni de la forme de la section transversale de l'électrode, de sorte que ce procédé s'applique aussi bien au soudage sous flux, sous atmosphères de gaz de protection et de mélanges de ceux-ci au moyen d'électrodes à section transversale ronde ou autre que ronde, qu'au soudage sans flux en poudre et sans gaz de protection.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

Suivant l'invention, on choisit la dimension minimale de la section transversale de l'électrode, à son extrémité destinée à être submergée dans le bain de fusion, suivant la largeur requise du cordon et de sorte que ladite dimension minimale soit inférieure à la largeur requise du cordon mais non inférieure à la moitié de cette largeur, la dimension maximale de cette section transversale ne dépassant pas le double de sa dimension minimale.

Un homme du métier comprendra aisément qu'en cas d'utilisation d'une électrode à section transversale ronde, les dimensions minimale et maximale de ladite section transversale de l'électrode sont égales et représentent les diamètres de l'électrode en question. Dans ce cas, on choisit donc le diamètre de l'électrode consommable de sorte qu'il soit inférieur à la largeur du cordon mais non inférieur à la moitié de cette largeur. Si l'on utilise une électrode à section transversale rectangulaire, la dimension minimale sera constituée par la longueur du plus petit du côté du rectangle, et la dimension maximale, par la longueur de sa diagonale.

Il est bien évident pour l'homme du métier qu'il est préférable d'employer des électrodes à section transversale ronde. Cependant, dans certains cas, il est avantageux d'utiliser une électrode à section transversale rectangulaire. Ainsi, par exemple, en se servant d'une électrode ayant une telle section transversale et une même aire de section transversale que celle d'une électrode ronde, on parvient à réaliser des cordons dans une gamme de dimensions plus étendue.

L'homme de métier comprendra également qu'au cas où des électrodes à section transversale ronde ou rectangulaire ne sont pas disponibles, ainsi que dans d'autres cas où cela est nécessaire, on peut bien choisir des électrodes

ayant d'autres formes de section transversale, par exemple : annulaire, polygonalerégulière, etc.

5 Pour des raisons de commodité, la description qui va suivre sera faite relativement à une électrode à section transversale ronde.

Si le diamètre de l'électrode consommable est choisi proche de la largeur requise du cordon, on obtiendra un cordon avec passage progressif au métal de base, grâce à la moindre quantité de métal déposé de l'électrode
10 (selon la formule I^2RT , où I est le courant de soudage, R est la résistance de l'extrémité libre de l'électrode, T est le temps de passage du courant par l'extrémité libre de l'électrode).

Il est rationnel d'utiliser des électrodes de tels diamètres pour obtenir des cordons formés essentiellement par le métal de base fondu.
15

D'autre part, pour obtenir des cordons formés essentiellement par le métal de l'électrode fondu, il est rationnel d'utiliser des électrodes consommables de
20 diamètre proche ou égal à la moitié de la largeur requise du cordon.

Le diamètre choisi de l'électrode détermine la valeur du courant de soudage et, par suite, la pénétration nécessaire de la fusion du métal de base, la vitesse d'avancement de l'électrode consommable étant dans tous les cas
25 moins grande que la vitesse requise de soudage et étant choisie de telle sorte que le soudage s'effectue au moyen d'une électrode dont l'extrémité est submergée dans le bain de fusion et que la longueur de l'arc soit
30 toujours inférieure au diamètre de l'électrode consommable.

Pour ce qui est du choix de la tension d'arc, il est évident pour un homme du métier que la valeur de cette tension est déterminée non seulement par les paramètres mentionnés, mais aussi par le matériau de l'électrode
35 et celui du métal de base, par la nature du milieu dans lequel se trouve l'arc, ainsi que par le genre et la polarité du courant de soudage. Le choix des paramètres (exécution des différentes étapes du procédé, objet de

l'invention) peut se faire suivant n'importe quel ordre de succession jugé approprié.

5 Ci-dessous sont décrits des exemples concrets mais non limitatifs de réalisation de l'invention (concernant le cas particulier de l'utilisation de courant de soudage continu de polarité inversée).

Exemple 1.

Soudage d'un assemblage en T sous couche de flux.

Métal de base : acier au carbone.

10 Matériau de l'électrode : acier à bas carbone.

Largeur requise du cordon (hypoténuse) : 4 mm.

Vitesse nécessaire de soudage : 175 mètres/heure.

15 Etant donné que, dans un assemblage en T le cordon est formé essentiellement par le métal fondu de l'électrode, on choisit le diamètre de l'électrode égal à la moitié de la largeur requise du cordon, soit 2 mm.

Le diamètre choisi de l'électrode détermine un courant de soudage : 450 A.

20 La vitesse d'avancement de l'électrode est alors de 160 mètres/heure.

Tension d'arc : 23 V.

Le cordon réalisé a une largeur régulière de 4 mm, sans caniveaux ni débordements.

Exemple 2.

25 Soudage dans le gaz carbonique d'un assemblage bout à bout de 6 mm d'épaisseur sans chanfrein.

Métal de base : acier à faible alliage.

Matériau de l'électrode : acier au silicium-manganèse.

Largeur requise du cordon : 8 mm.

30 Vitesse nécessaire de soudage : 180 mètres/heure.

35 Etant donné que dans ce cas le cordon s'obtient par la fusion de quantités à peu près égales du métal de base et du métal de l'électrode, on choisit le diamètre de l'électrode consommable égal à 0,75 fois la largeur du cordon, c'est-à-dire à 6 mm.

Le diamètre choisi de l'électrode détermine un courant de soudage de 1000 A. La vitesse d'avancement de l'électrode est alors de 82 mètres/heure.

Tension d'arc : 24 V.

On obtient ainsi un cordon sans caniveaux, de largeur et hauteur régulières et de dimensions suivantes :

largeur : 8 mm

5 hauteur de renforcement : 2,5 mm

pénétration de la fusion : 3,5 mm.

Exemple 3.

Soudage sans chanfrein d'un assemblage bout à bout de 16 mm d'épaisseur, sous couche de flux.

10 Métal de base : acier à faible alliage.

Matériau de l'électrode : acier à bas carbone.

Largeur requise du cordon : 16 mm.

Vitesse nécessaire de soudage : 220 mètres/heure.

15 On choisit une électrode de diamètre égal à 0,75 fois la largeur du cordon, c'est-à-dire à 12 mm.

Le diamètre choisi de l'électrode détermine le courant de soudage : 3500 A.

La vitesse d'avancement de l'électrode est alors de 90 mètres/heures. Tension d'arc : 25 V.

20 On obtient ainsi un cordon sans caniveaux, de largeur et hauteur régulières et de dimensions suivantes :

largeur : 16 mm

hauteur de renforcement : 3,5 mm

pénétration de la fusion : 8,5 mm

25 Exemple 4.

Soudage sans chanfrein d'un assemblage bout à bout de 12 mm d'épaisseur, dans le gaz carbonique.

Métal de base : acier à faible alliage.

Matériau de l'électrode : acier au silicium-manganèse.

30 Largeur requise du cordon : 10 mm.

Vitesse nécessaire de soudage : 180 mètres/heure.

On choisit une électrode de diamètre égal à 0,9 fois la largeur du cordon, soit 9 mm.

35 Le diamètre choisi de l'électrode détermine le courant de soudage : 2500 A.

La vitesse d'avancement de l'électrode est alors de 70 mètres/heure.

Tension d'arc : 23 V.

On obtient ainsi un cordon sans caniveaux, de largeur et de hauteur régulières et de dimensions suivantes :

largeur : 10 mm

hauteur de renforcement: 3,5 mm

5 pénétration de la fusion : 6,5 mm.

Ainsi, les exemples cités montrent que le procédé proposé permet le soudage à un seul fil-électrode et à grande vitesse avec formation d'un cordon de haute qualité et ayant n'importe quelles dimensions prescrites.

10 Ces avantages du procédé ne dépendent pas du caractère de la protection du métal fondu.

Le procédé permet d'effectuer le soudage dans n'importe quelle gamme de courants de soudage et dans une plage étendue de vitesses de soudage, y compris
15 les vitesses normales, c'est-à-dire inférieures à 70 mètres/heure. Il est bien évident pour un homme du métier que, dans ce dernier cas, la qualité du cordon formé sera aussi bonne que celle obtenue en cas de soudage à grande vitesse.

20 Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons si celles-ci
25 sont exécutées suivant son esprit et mises en œuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Procédé de soudage à l'arc par fusion d'une électrode dont l'extrémité est submergée dans le bain de fusion, caractérisé en ce que la dimension maximale de la section transversale de l'électrode à son extrémité destinée à être submergée dans le bain de fusion est choisie non supérieure au double de la dimension minimale de cette même section, lesdites dimensions étant choisies suivant la largeur requise du cordon et de façon que la dimension minimale de ladite section soit, pour une même largeur requise du cordon, inférieure à cette largeur mais non inférieure à la moitié de celle-ci, que la longueur de l'arc est réglée de sorte qu'elle soit inférieure à ladite dimension minimale de la section transversale, et qu'on fait avancer l'électrode consommable à une vitesse inférieure à celle de soudage et de façon que le rapport de la vitesse d'avancement de l'électrode consommable à celle de soudage, pour une même largeur requise du cordon, soit d'autant plus petit que l'aire de section transversale de ladite extrémité de l'électrode consommable est plus grande.

2. Assemblages ou produits soudés, caractérisés en ce qu'ils comportent application du procédé suivant la revendication 1.